ВЧ головка к цифровому мультиметру

Б. СТЕПАНОВ, г. Москва

Популярные у радиолюбителей недорогие цифровые мультиметры (например, М832 и ему подобные) имеют один недостаток — не позволяют измерять напряжение высокой частоты. Расширить их возможности несложно, если изготовить ВЧ головку. О некоторых особенностях ее изготовления и калибровки рассказывает эта статья.

Хорошо известно, что при небольших уровнях напряжения (менее 1 В) вольтметры переменного тока детекторной системы, выполненные на полупроводниковых диодах, имеют заметную нелинейность. Методы их линеаризации существуют, но они практически не применимы в измерениях на аысоких частотах (единицы и десятки мегагерц), особенно в несложных конструкциях. И все же можно измерять ВЧ напряжения с приемлемой для радиолюбительской практики точностью, начиная с значений в несколько десятков милливольт.

Рис. 1

Принципивльная схема ВЧ головки, предназначенной для использования с цифровыми мультиметрами типа М832, приведена на **рис. 1**. Она позволяет измерять ВЧ напряжение в интерале 10 мВ... 2 В на частоте до 30 МГц. Входное сопротивление головки на частоте 5 МГц — около 50 кОм. Эту головку можно применять с любыми вольтметрами постоянного тока, имеющими входное сопротивление не менее 1 МОм и пределы измерения 2 и 0,2 В.

Как было отмечено в [1], при измерениях напряжения менее 1 В показания прибора на основе такой головки с германиевым диодом изменяются по степенному закону с показателем степени чуть больше единицы при напряжениях, близких к 1 В. При напряжении в несколько десятков милливольт показатель степени возрастает примерно до двух, причем изменение показателя степени с напряжением слабо зависит от типа примененного диода.

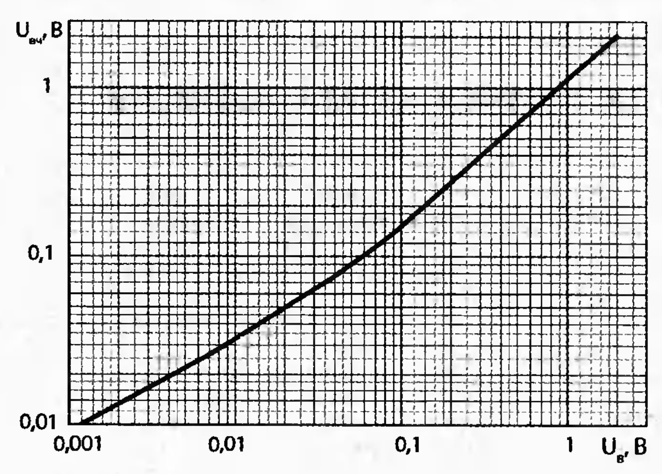


Рис. 2

Следует подчеркнуть, что однополупериодный выпрямитель, использованный в ВЧ головке, фиксирует амплитудное значение измеряемого напряжения. Иными словами, при подаче на его вход синусоидального переменного напряжения 1 В (эффективное значение) постоянное напряжение в точке А (рис. 1) будет чуть меньше его амплитудного значения (1,41 В), всего на насколько процентов. Это отклонение вызвано неидеальностью выпрямляющего диода. Кроме того, оно зависит и от общего сопротивления нагрузки, в частности от входного сопротивления мультиметра.

Заметим, что достоверно измерить напряжение в этой точке можно только вольтметром с очень большим входным сопротивлением и добавочным резистором, исключающим шунтирование диода своей входной емкостью. Так, при измерении в описываемой ВЧ головке постоянной составляющей напряжения в точке А вольтметром ВК7-9 (его входное сопротивление — 15 МОм) было получено значение 1,36 В. Если ВЧ головка подключена к мультиметру с входным сопротивлением 1 МОм, это напряжение существенно уменьшится: дополнительное падение напряжения на развязывающем резисторе R1, который исключает шунтирование диода VD1 мультиметром по высокой частоте, тоже вносит ошибку в измерения.

Однако с целью повышения точности измерений оба этих эффекта можно учитывать. Действительно, шкалы вольтметров переменного тока, вне зависимости от используемой в них детекторной системы, принято градуировать в эффективных значениях измеряемого синусоидального напряжения. Для вольтметра с верхним пределом измерения 2 В (именно такой есть в мультиметре М832) "избыток" выпрямленного напряжения примерно в 0,8 В убирают подбором резистора R1, чтобы при подаче на ВЧ головку напряжения с эффективным значением 2 В мультиметр показывал постоянное напряжение 2 В.

Для перевода значений напряжения, которые показывает мультиметр, в значения измеряемого ВЧ напряжения необходимо провести калибровку — снять зависимость коэффициента передачи (преобразования) от напряжения, используя генератор НЧ или ВЧ с регулируемым выходом и соответствующий исправный вольтметр переменного тока. Заметим, что квлибровку можно производить и на низкой частоте — вплоть до 50 Гц. Но для этого параллельно конденсатору С1 надо временно подключить дополнительный неполярный большой емкости — такой, чтобы емкостное сопротивление конденсатора на частоте, на которой проводится калибровка, было существенно меньше 50 кОм.

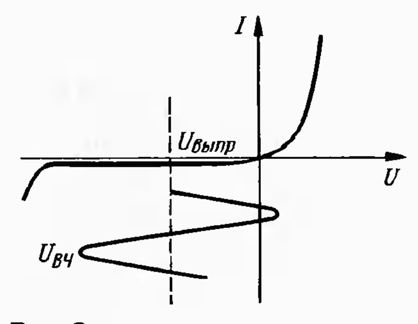


Рис. 3

Полученная калибровочная кривая будет иметь вид, очень близкий тому, что показан на **рис. 2**. Когда показания мультиметра становятся меньше 0,2 В, то его для повышения точности отсчета переключают на соответствующий поддиапазон измерений.